



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 Off nlegungsschrift  
①0 DE 40 38 413 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
G01 L 3/10

②1 Aktenzeichen: P 40 38 413.6  
②2 Anmeldetag: 1. 12. 90  
④3 Offenlegungstag: 4. 6. 92

DE 40 38 413 A 1

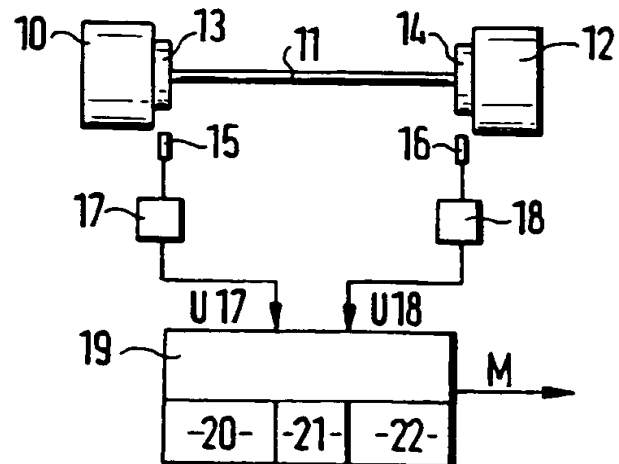
⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Ott, Karl, Ing.(grad.), 7145 Markgröningen, DE; Wild,  
Ernst, Dipl.-Ing., 7141 Oberriexingen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Einrichtung zur Bestimmung des von einem Motor auf eine Welle ausgeübten Drehmoments

⑤7 Es wird eine Einrichtung zur Bestimmung des von einem Motor auf eine Welle ausgeübten Drehmoments vorgeschlagen, bei der ein auf der Motorseite angeordnetes erstes Geberrad (13) und ein auf der Getriebeseite angeordnetes zweites Geberrad (14) von entsprechenden Fühlern (15, 16) abgetastet werden und der zeitliche Verlauf der Ausgangssignale der Fühler (15, 16) ausgewertet wird. Bei der Berechnung des Drehmoments (M) wird davon ausgegangen, daß als Folge des herrschenden Drehmoments die Geberräder (13, 14) gegeneinander um einen Torsionswinkel ( $\alpha_T$ ) verdreht sind, diese drehmomentabhängige Verdrehung wird zur Bestimmung des Drehmoments verwendet.



DE 40 38 413 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Einrichtung zur Bestimmung des von einem Motor auf eine Welle ausgeübten Drehmoments nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Die Kenntnis des Drehmoments, das ein Motor auf eine Welle ausübt ist in vielerlei Hinsicht wichtig, zumal zwischen diesem Antriebsdrehmoment und der Drehzahl ein direkter Zusammenhang besteht. Bei bekannten Drehmomenterfassungsgeräten, beispielsweise bei einem aus der DE-OS 28 21 083 bekannten Drehmomenterfassungsgerät wird eine zusätzliche Welle eingesetzt, die auf der Antriebsseite und der Lastseite je eine Scheibe aufweist, auf der eine Mehrzahl von Magnetpolen angeordnet sind. Beide Scheiben werden von zwei magnetischen Sensoren abgetastet, diese Sensoren liefern Wechsellspannungssignale, aus der Verschiebung der Wechsellspannungssignale gegeneinander wird das Drehmoment, das auf die Welle wirkt, ermittelt. Dazu wird der Betrag der Torsion, die durch die Last auf der Lastseite der Drehwelle erzeugt wird, als Phasendifferenz der Ausgangssignale der beiden Magnetsensoren gemessen, das Drehmoment wird also aus der Winkeldifferenz zwischen den beiden Scheiben erfaßt.

Gemessen wird das Drehmoment bei der bekannten Einrichtung mit einer extra Drehmomentenwelle, die zwischen der Antriebswelle und der angetriebenen Welle angeordnet ist und auf der die beiden Scheiben befestigt sind.

Die bekannte Einrichtung ist konstruktiv recht aufwendig, da sie zur Drehmomenterfassung eine extra Drehmomenterfassungswelle benötigt.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Einrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat gegenüber Bekanntem den Vorteil, daß keine zusätzliche Welle zur Erfassung des Drehmoments verwendet werden muß, da die beiden Geberräder auf der Antriebswelle selbst befestigt sind, wobei das erste Geberrad auf der Motorseite der Antriebswelle befestigt ist und das zweite Geberrad auf der Getriebeseite. Dabei wird die Torsion der Antriebswelle zur Drehmomentbestimmung herangezogen. Besonders vorteilhaft ist, daß zumindest das auf der Motorseite angeordnete Geberrad samt dem zugehörigen Fühler bei den meisten Fahrzeugen ohnehin vorhanden ist und bei verschiedenen Fahrzeugtypen auch das Geberrad auf der Getriebeseite bereits vorhanden ist.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen Einrichtung möglich, besonders vorteilhaft ist, daß durch einen Vergleich aufeinanderfolgender, gemessener Drehmomente Verbrennungsaussetzer erkannt werden können.

## Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Dabei zeigt Fig. 1 die Anordnung der Geberräder auf

der Antriebswelle, Fig. 2 zeigt die Seitenansicht eines der Geberräder, Fig. 2a, b die Oberfläche der Geberräder und in Fig. 3 ist ein Signaldiagramm über der Zeit aufgetragen.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Fig. 1 ist mit 10 ein Motor bezeichnet, der über eine Antriebswelle 11 mit dem Getriebe 12 verbunden ist. Auf der Motorseite der Antriebswelle 11 ist ein erstes Geberrad 13 befestigt, auf der Getriebeseite der Antriebswelle 11 ein zweites Geberrad 14.

Das erste Geberrad 13 wird von einem ersten Fühler 15 abgetastet, das zweite Geberrad 14 von einem zweiten Fühler 16, an die beiden Fühler 15, 16 schließen sich erste und zweite Signalformungsschaltungen 17 und 18 an, die mit einem Mikrorechner 19 verbunden sind, der Mikrorechner 19 ist üblicherweise Bestandteil eines nicht dargestellten Steuergeräts.

Im Mikrorechner 19 sind in bekannter Weise Zählmittel 20, Mittel zur Zeitmessung 21 sowie ein oder mehrere Speicher 22 enthalten, im Mikrorechner 19 finden Berechnungen statt, an deren Ende das Drehmoment M zur Verfügung steht.

In Fig. 2 ist die Seitenansicht der Geberräder 13, 14 abgebildet. Diese Geberräder, die auf der Antriebswelle 11 befestigt sind, weisen an ihrem Umfang eine Vielzahl gleichartiger Winkelmarken 23 sowie je eine Bezugs-  
marke 24, 25 auf. Die Bezugsmarken 24, 25 sind dabei durch wenigstens eine fehlende Winkelmarke ausgebildet.

In Fig. 2a ist die Oberfläche der Geberräder 13, 14 abhängig vom Drehwinkel für den Fall des ausgeschalteten Motors und einem Drehmoment  $M=0$  dargestellt, die beiden Oberflächen sind dann bei dieser Ausführungsform deckungsgleich, es würde aber prinzipiell ausreichen, wenn die Bezugsmarkenzuordnung definiert und fest wäre.

In Fig. 2b sind die beiden Oberflächen für den Fall eines herrschenden Drehmomentes M aufgetragen, die Oberflächen sind dann gegeneinander um einen Torsionswinkel  $\alpha_T$  verschoben.

Ist die Antriebswelle 11 die Kurbelwelle eines Kraftfahrzeuges, ist die Bezugsmarke 24 auf der Motorseite üblicherweise so angeordnet, daß eine eindeutige Erkennung der Kurbelwellenstellung möglich ist.

Neben der, in den Fig. 1 und 2 beschriebenen induktiven Erfassung von Winkelmarken, die als Zähne ausgebildet sind, kann auch eine Erfassung nach einem optischen, kapazitiven oder Hochfrequenzverfahren erfolgen. Dabei können prinzipiell die Winkelmarken auch als Schlitze oder Löcher ausgebildet sein, es ist nicht unbedingt erforderlich, daß beide Fühler nach dem gleichen Prinzip arbeiten.

Wesentlich ist jedoch, daß im Ruhezustand, wenn die Torsion der Welle 11 gleich Null ist und kein Drehmoment ausgeübt ist, ein fester Bezug zwischen den, auf jeweils einem Geberrad 13, 14 befindlichen Bezugsmarken 24, 25 besteht.

Wenn der Motor 10 läuft, dreht sich die Antriebswelle 11 und damit auch die Geberräder 13, 14, in den Fühlern 17, 18 werden beim Vorbeilaufen der Geberräder zeitabhängige Spannungen erzeugt, die in den Signalformungsschaltungen 17, 18 in Rechteckspannungen U17, U18 umgeformt werden.

Die Auswertung der von den Signalformungsschaltungen gelieferten Rechtecksignale im Mikrorechner 19, der beispielsweise Bestandteil eines Steuergeräts ist,

erfolgt nach dem aus der DE-OS 34 23 664 bzw. der entsprechenden US-PS 47 15 009, deren Offenbarung Bestandteil dieser Beschreibung sein soll, bekannten Prinzip.

Die von der ersten Signalformungsschaltung 17 gelieferte Rechteckspannung U17, die in Fig. 3 über der Zeit aufgetragen ist, wird im Mikrorechner 19 so ausgewertet, daß jeweils die Zeit zwischen den Vorderflanken der aufeinanderfolgenden Rechteckimpulse gemessen wird und die gemessene Zeit in einem Speicher abgelegt wird. Durch einen Vergleich der Zeiten miteinander läßt sich über eine Plausibilitätsabfrage die Bezugsmarke dann erkennen, wenn auf ein kurzes Zeitintervall t0 ein längeres Zeitintervall t1 und dann wieder ein kurzes Zeitintervall t2 folgt.

Mit dem Erkennen der Bezugsmarke ist auch die Kurbelwellenstellung bekannt, da üblicherweise zwischen Bezugsmarke und Kurbelwelle eine feste Korrelation gewählt wird.

Da die Zeitdauer zwischen zwei gleichartigen Zahnflanken, beispielsweise t0 und t2 umgekehrt proportional zur Drehzahl der Welle 11 sind, kann aus diesen Zeitdauern die Drehzahl ermittelt werden.

Es wäre selbstverständlich genauso möglich, aus der Zeitdauer zwischen der Vorder- und Rückflanke eines Rechteckimpulses die Drehzahl zu berechnen.

Werden zur Bestimmung der einzelnen Zeitdauern t0, t1, t2 Zähler verwendet, so lassen sich aus den ermittelten und abgespeicherten Zählerständen Z0, Z1, Z2, Z3 ebenfalls nach ähnlichen Bedingungen sowohl die Bezugsmarke 24 als auch die Drehzahl der Welle 11 ermitteln.

Mit dem von der zweiten Signalformungsschaltung 18 gelieferten Rechteckspannungssignal U18 kann eine Drehzahlerfassung bzw. Bezugsmarkenerkennung genauso erfolgen wie mit dem Rechteckspannungssignal U17.

Zur Ermittlung der Torsion der Antriebswelle 11 und damit auch zur Ermittlung des Drehmoments M, das vom Motor 10 auf die Antriebswelle 11 ausgeübt wird, wird die Verschiebung der Signale U17 und U18 gegeneinander ausgewertet.

Wenn näherungsweise kein Drehmoment auf die Antriebswelle 11 ausgeübt wird, sind die in Fig. 3 mit U17 und U18 bezeichneten Rechteckspannungssignale zueinander phasengleich, das mit t4 bezeichnete Zeitintervall wäre daher 0. Wird dagegen vom Motor 10 ein Drehmoment auf die Antriebswelle 11 ausgeübt, verschieben sich die Rechteckspannungssignale U17 und U18 gegeneinander, da infolge der entstehenden Torsion der Antriebswelle die Geberräder 13 und 14 eine Verdrehung gegeneinander aufweisen. Die letztlich als Folge des Vorbeilaufens der Geberräder 13, 14 an den Fühlern 15, 16 entstehenden Rechtecksignale U17, U18 sind daher zeitlich betrachtet um ein Zeitintervall t4 gegeneinander verschoben. Wird diese Zeitdifferenz t4 zwischen dem Auftreten der n-ten Zahnflanke nach der Zahnflanke zwischen dem auf der Motorseite befestigten ersten Geberrad 13 und dem auf der Getriebeseite befestigten zweiten Geberrad 14 gemessen und ins Verhältnis gesetzt, zu der ebenfalls gemessenen Zeitdauer t5, die einer vollständigen Umdrehung einer der beiden Geberräder 13, 14 entspricht, so läßt sich der Torsionswinkel  $\alpha_T$ , also der Winkel, um den die beiden Geberräder 13, 14 gegeneinander verdreht sind, berechnen nach der Gleichung:

$$\alpha_T = t_4 : t_5 \times 360^\circ.$$

Bei dem in Fig. 3 gewählten Beispiel wird die erste

Zahnflanke nach der Zahnflanke ausgewertet ( $n = 1$ ), n kann jedoch beliebig gewählt werden.

Da sich das Drehmoment H einer Welle in bekannter Weise aus der Torsionselastizität  $C_T$  der Welle und dem Torsionswinkel  $\alpha_T$  nach der Gleichung:

$$M = C_T \times \alpha_T$$

berechnen läßt, wird im Mikrorechner 19 das Drehmoment M aus dem gemessenen und abgespeicherten Daten t4, t5,  $C_T$  berechnet.

Befindet sich zwischen dem ersten Geberrad 13 und dem zweiten Geberrad 14 ein Getriebe, kann über die Ermittlung einer Zeitdifferenz t4' das vom Motor 10 ausgeübte Drehmoment M in derselben Weise berechnet werden, es ist dann jedoch zu berücksichtigen, daß in die Berechnung des Drehmoments neben der Torsionselastizität  $C_T$  der Antriebswelle 11 auch noch die Torsionselastizität  $C_{TG}$  des Getriebes berücksichtigt werden muß. Diese Torsionselastizität  $C_{TG}$  wird im Mikrorechner 19 abgespeichert, das Drehmoment wird dann berechnet nach der Gleichung:

$$M' = C_T \times C_{TG} \times \alpha_T.$$

Werden aufeinanderfolgend ermittelte Drehmomente miteinander verglichen, kann aus den Vergleichsergebnissen eine Aussage über das Auftreten von Verbrennungsaussetzern erhalten werden, da beim Auftreten solcher Verbrennungsaussetzer das Drehmoment so weit zurückgeht, daß die Vergleichsergebnisse vorgegebene Grenzwerte überschreiten. Die Vergleiche finden dabei wieder im Mikrorechner 19 statt, Grenzwerte sind entweder fest vorgegeben und abgespeichert, sie können auch veränderbar gemacht werden.

#### Patentansprüche

1. Einrichtung zur Bestimmung des von einem Motor auf eine Welle ausgeübten Drehmoments, bei der ein auf der Motorseite angeordnetes erstes Geberrad von einem ersten Fühler abgetastet wird und auf der dem Motor abgewandten Seite der Welle ein zweites Geberrad angeordnet ist, das von einem zweiten Fühler abgetastet wird und beide Fühler Signale liefern, aus denen erste und zweite Rechtecksignale gebildet werden, die zur weiteren Auswertung verwendet werden, dadurch gekennzeichnet, daß beide Geberräder Marken (23, 24, 25) aufweisen, die zueinander in fester Beziehung stehen, wenn kein Drehmoment ausgeübt wird und Zeitmessungen stattfinden, zur Bestimmung der Abstände zwischen gleichen Flanken der ersten und zweiten Rechtecksignale (U17, U18), wobei aus der Zeitdifferenz (t4) zwischen dem Auftreten gleicher Flanken der ersten und zweiten Rechtecksignale (U17, U18) das Drehmoment (H) bestimmt wird.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitdauer (t5) für eine vollständige Umdrehung eines der beiden Geberräder (13, 14) gemessen wird und die Zeitdifferenz (t4) mit dieser Zeitdauer in Bezug gesetzt wird.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebswelle (11) die Kurbelwelle ist.
4. Einrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Geberrad (13) auf der Motorseite der Antriebswelle (11) und das zweite Geberrad (14) auf der Getriebeseite der Antriebswelle (11) angeordnet ist.
5. Einrichtung nach einem der vorhergehenden An-

sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Drehmoment nach der Formel ( $M = C_T \times \alpha_T$ ) ermittelt wird, wobei ( $\alpha_T$ ) der Torsionswinkel der Welle ist.

6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Torsionswinkel ( $\alpha_T$ ) ermittelt wird nach der Gleichung:

$$\alpha_T = t_4 \times t_5 \times 360^\circ.$$

7. Einrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Geberrädern (13, 14) ein Getriebe angeordnet ist und bei der Berechnung des Drehmoments die Torsionselastizität ( $C_{TG}$ ) des Getriebes (12) mitberücksichtigt wird.

8. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem zeitlichen Abstand gleichartiger Winkelflanken die Drehzahl der Welle berechnet wird.

9. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die berechneten Drehmomente miteinander verglichen werden und bei Überschreiten einer vorgebbaren Abweichung der berechneten Drehmomente ein Verbrennungsaussetzer erkannt wird.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

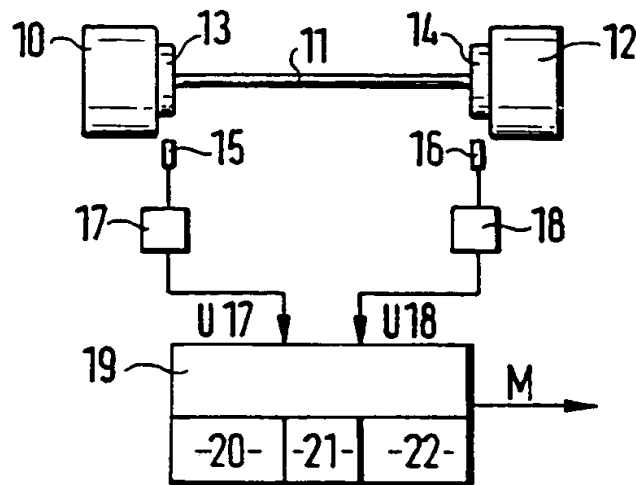


FIG. 2

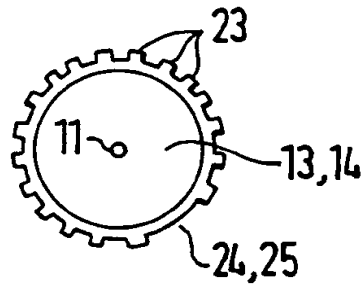


FIG. 2a

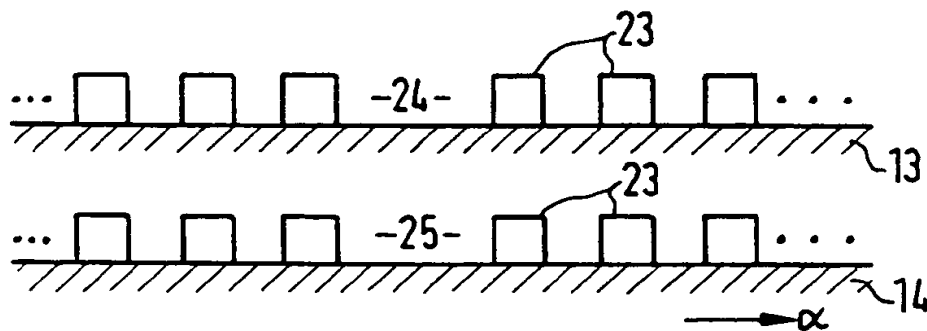


FIG. 2b

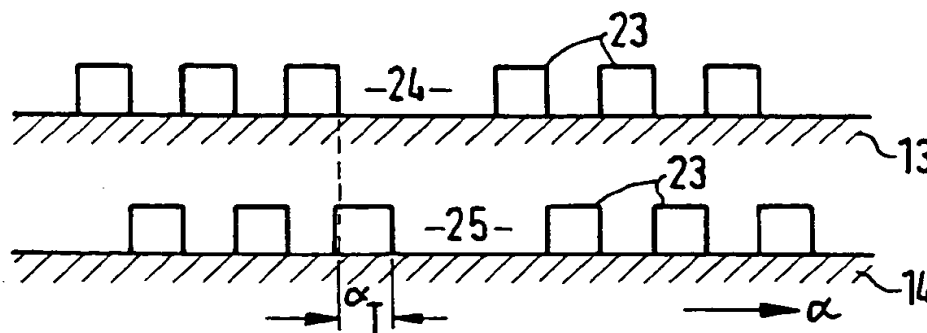


FIG. 3

